

## АЛГОРИТМ УСКОРЕННОГО ПОСТРОЕНИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ГРУЗОВЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ КОРАБЛЕЙ СЕРИЙ «СОЮЗ МС» И «ПРОГРЕСС МС»

А.В. Сумароков

ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва»,

Россия, г. Королёв, ул. Ленина, 4А, 141070

E-mail: [anton.sumarokov@rsce.ru](mailto:anton.sumarokov@rsce.ru)

Традиционно для построения орбитальной ориентации [1–3] на пилотируемых и транспортных кораблях «Союз» и «Прогресс» используют датчик инфракрасной вертикали (ИКВ) [4]. В данной работе рассматривается ускоренный вариант нахождения положения осей связанного базиса относительно орбитальной системы координат (ОСК) сразу после участка выведения и отделения космического корабля от ракеты-носителя. Описанный в работе алгоритм является развитием алгоритма, разработанного в рамках создания системы управления движением многоцелевого лабораторного модуля [5, 6] и реализацией изобретения [7]. Для оценки углов ориентации связанного базиса космического аппарата относительно орбитального в описываемом алгоритме используется априорная информация об ориентации ракеты-носителя в момент разделения, а также измерения угловой скорости, полученные через несколько минут после разделения.

Ключевым отличием транспортных и грузовых кораблей серий «Союз МС» и «Прогресс МС» от предыдущей серии является наличие в составе системы управления движением аппаратуры спутниковой навигации. Данная аппаратура позволяет определять положение корабля на орбите, используя сигналы спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС. Дополнительно для передачи телеметрической информации и командных сигналов на данных аппаратах применяется единая контрольно-телеметрическая система, позволяющая поддерживать связь наземного пункта управления с бортовыми системами через геостационарные спутники системы «Луч». Антенны для приема сигналов GPS/ГЛОНАСС и связи со спутниками системы «Луч» расположены таким образом, чтобы их диаграмма направленности покрывала широкую область пространства, расположенную выше орбиты корабля. Таким образом, наиболее эффективная работа указанных антенн обеспечивается в случае, когда положение осей связанного базиса близко к осям ОСК. Угловая скорость корабля при этом не должна превышать 0.1 град/с. Следовательно, чем скорее после завершения участка выведения будет обеспечено совмещение связанного и орбитального базисов, тем скорее будут получены измерения вектора состояния и параметры орбиты космического аппарата, а также обеспечена связь со спутниками системы «Луч». В результате задача быстрого приведения осей связанного базиса в окрестность орбитального становится крайне актуальной. Дополнительно следует также отметить, что ранее была отработана схема быстрой стыковки космического корабля к Международной космической станции по четырехвитковой схеме [8] и для дальнейшего уменьшения времени между пуском и стыковкой к станции крайне важно быстро определять орбиту выведения и формировать заданную ориентацию корабля к моменту выдачи корректирующего импульса. Это обстоятельство дополнительно подчеркивает важность быстрого определения ориентации корабля.

Предложенный алгоритм был интегрирован в состав бортового программного обеспечения системы управления движением и навигации космических кораблей «Союз МС» и «Прогресс МС». Верификация разработанного алгоритма ускоренного построения ОСК была проведена на корабле «Союз МС-03», отправившегося в полет к Международной космической станции в ноябре 2016 г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бранец В.Н., Платонов В.Н., Сумароков А.В., Тимаков С.Н. О стабилизации спутника связи, несущего маховики, без использования датчиков углов и угловых скоростей. // Изв. РАН. ТиСУ. 2008. №1. С. 106-116.

2. Сумароков А.В., Тимаков С.Н. Об одной адаптивной системе управления угловым движением спутника связи // Изв. РАН. ТиСУ. 2008. №5. С. 131-141.
3. Ефимов Д.А., Сумароков А.В., Тимаков С.Н. О гиросtabilизации спутника связи в отсутствии измерений угловой скорости. // Изв. РАН. ТиСУ. 2012. №5. С. 119-128.
4. Легостаев В.П., Микрин Е.А., Орловский И.В., Борисенко Ю.Н., Платонов В.Н., Евдокимов С.Н. Создание и развитие систем управления движением космических кораблей «Союз» и «Прогресс»: опыт эксплуатации, планируемая модернизация: Сб. статей. М.: МФТИ, 2009.
5. Гладышев А.Д., Сумароков А.В. Алгоритмы оценки параметров движения космического аппарата // Матер. докл. XV конф. молодых ученых «Навигация и управление движением». / Под. общ. ред. акад. В.Г. Пешехонова. СПб: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2013. С. 202-209.
6. Сумароков А.В. Об управлении движением Многоцелевого лабораторного модуля с помощью реактивных двигателей на автономном участке полета // Матер. докл. XIV конф. молодых ученых «Навигация и управление движением» / Под. общ. ред. акад. В.Г. Пешехонова. СПб: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2012. С. 157-164.
7. Муртазин Р.Ф., Сумароков А.В., Борисенко Ю.Н., Борисенко Н.Ю. Способ управления движением космического объекта после отделения от другого космического объекта: Пат. 2568235 Российская Федерация, МПК51 В64G 1/24, В64G 1/64. Заявитель и патентообладатель ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева». № 2014106956/11; заявл. 26.02.2014; опубл. 10.11.2015. Бюл. № 31.
8. Муртазин Р.Ф., Борисенко Ю.Н. Способ управления движением активного космического объекта, стыкуемого с пассивным космическим объектом: Пат. 2490181 Российская Федерация, МПК51 В64G 1/26. Заявитель и патентообладатель ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева». - № 2012114055/11; заявл. 10.04.2012; опубл. 20.08.2013. Бюл. № 31.